

МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ОДНОРОДНОГО КЕРНА МЕТОДОМ УПАКОВКИ СФЕРОПОЛИЭДРОВ: ВЛИЯНИЕ ДИЛАТАЦИИ НА ПОРИСТОСТЬ

Кунцевич Н.А.¹, Студенок С.И.¹, Петрова Е.В.¹

¹) Уральский федеральный университет имени первого Президента России
Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия
E-mail: nikita.kunzewich@yandex.ru

MODELING OF THE CORE STRUCTURE BY PACKING OF THE SPHERES-POLYHEDRA: INFLUENCE OF THE DILATATION AT THE POROSITY

Kuntsevich N.A.¹, Studenok S.I.¹, Petrova E.V.¹

¹) Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

In this paper, we consider a method for modeling a core structure by packing of the spheres and sphere-polyhedra. The influence of dilatation on the integral structure parameters is studied. This method is useful for the modeling of porous materials and for studying their filtration properties.

Одним из возможных способов оценки фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС) горных пород является метод математического моделирования структуры образцов горной породы (кернов) с помощью упаковки частиц (чаще всего сфер), который является более простым и быстрым по сравнению с лабораторными исследованиями или методами создания цифровых моделей керна по томограммам. В связи с тем, что результаты оптико-геометрического анализа шлифов горных пород не позволяют с достаточной степенью точности восстановить гранулометрический состав керна [1], да и сами зерна имеют сложную форму, оценка ФЕС по модельным упаковкам частиц носит приближенный характер.

В данной работе для моделирования структуры порового пространства керна использована упаковка сфероцилиндров (частный случай сферополиэдров, см. Рис. 1). Длина и радиус сфероцилиндров варьировались по нормальному закону со средним значением 1,0 мм и среднеквадратичным отклонением 0,5 мм. Варьирование размеров позволяет учитывать полидисперсность зерен керна и их возможную анизотропию [2].

Формирование упаковок проводилось в программе SIAMS LabDesk. Сфероцилиндры в количестве 5 000 насыпались в бункер кубической формы со стороной 30 мм по алгоритму First touching, суть которого в следующем. Каждая новая частица, падающая в бункер, останавливается после касания с первой другой частицей в упаковке. Падение выполняется несколько раз из разных начальных положений. Итоговым выбирается падение с наиболее глубоким занятым положением в бункере. Для создания более плотной упаковки затем выполняется серия

случайных смещений частицы. Выбирается позиция, дающая самое глубокое положение частицы в упаковке.

После формирования упаковки частиц выполняется операция дилатации частиц – увеличение их размеров с перекрытием между собой. Данная операция приводит к уменьшению пористости упаковки.

Таким образом, главными управляющими параметрами упаковки являются:

- величина дилатации (диапазон изменений от 0 до 1,4 мм);
- количество независимых падений частицы на упаковку;
- количество случайных смещений.

В качестве выходных параметров модели оценивались: 2D-пористость (пористость в случайном сечении) и 3D-пористость (общая объемная пористость). Зависимости 2D-пористости от величины дилатации сфер и сфероцилиндров в упаковке приведены на рис. 1. Результаты показывают, что использование сфероцилиндров для моделирования структуры зерна дает большее значение пористости на шлифе по сравнению со сферами, при прочих одинаковых значениях параметров. Сравнение зависимости 3D - и 2D – пористости от параметра дилатации показывает, что эти значения близки, что позволяет проводить оценку объемной пористости по анализу случайного сечения упаковки. При увеличении дилатации пористость упаковки стремится к нулю, что в свою очередь, позволяет моделировать упаковки с любыми значениями пористости.

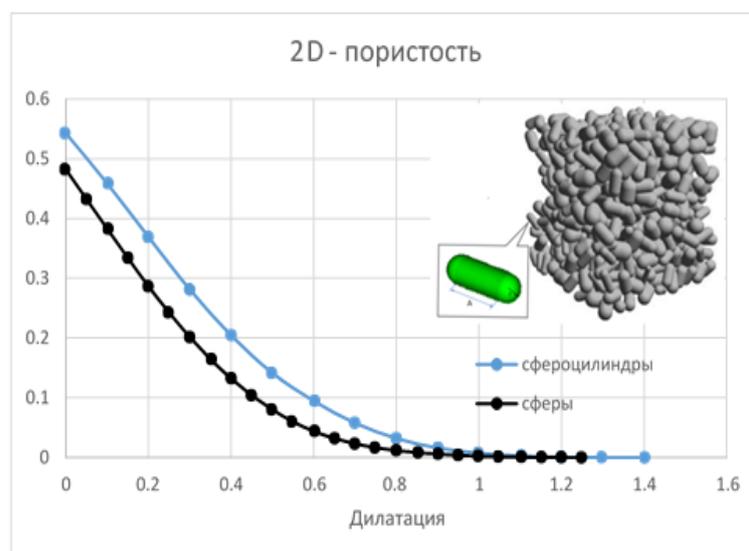


Рис. 1. Зависимости 2D-пористости в срезе от величины дилатации сфер и сферополиэдров в упаковке. Вставка - упаковка сфероцилиндров

1. В. А. Белкина, А. А. Забоева, Н. В. Санькова, Методы трёхмерного цифрового геологического моделирования: методические указания по проведению самостоятельной работы, Тюмень: Издательский центр БИК ТюмГНГУ, (2015).

2. M. S. Petrov, V. V. Gaidukov, R. M. Kadushnikov, Powder Metallurgy and Metal Ceramics, 43(7-8), 330-335 (2004).